



JOURNAL OF THE
**Selva Andina
Animal Science**
Official Journal of the Selva Andina Research Society

Artículo de Investigación

ISSN 2311-3766 (print edition)
JSAAS
ISSN 2311-2581 (online edition)



Suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500

Food supplementation with growth promoters in Cobb 500 broilers

González-Vázquez Alfredo, Ponce-Figueroa Leonardo, Alcivar-Cobeña José, Valverde-Lucio Yhony,
Gabriel-Ortega Julio*

Datos del Artículo

Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, km 1.5 vía Noboa, Campus los Ángeles, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
Telf. +05-2600229.

*Dirección de contacto:

Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, km 11/2 vía Noboa s/n Campus los Ángeles, Jipijapa, Ecuador.
Telf. +05-2600229.

Julio Gabriel-Ortega

E-mail address:

Julio.gabriel@unesum.edu.ec
j.gabriel@proinpa.org

Palabras clave:

Peso corporal,
consumo de alimento,
ganancia de peso,
conversión alimenticia,
sexage,
probiótico,
ácido orgánico,
antibiótico.

J. Selva Andina Anim. Sci.
2020; 7(1):3-16.

Historial del artículo.

Recibido agosto, 2019.
Devuelto octubre 2019
Aceptado diciembre, 2019.
Disponibile en línea, abril, 2020.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Keywords:

Body weight,
food consumption,
weight gain,
nutritional conversion,
sexage,
probiotic,
organic acid,
antibiotic.

Resumen

La presente investigación fue realizada en el recinto Andil perteneciente al cantón Jipijapa en Ecuador, con el objetivo de evaluar la suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500 machos y hembras. El experimento fue implementado en un galpón acondicionado, bajo un diseño experimental de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones, con 18 aves por tratamiento, donde se consideró el sexo independientemente. Se utilizaron 216 pollos/sexo de 1 día de edad (432 pollos), distribuidos en cuatro tratamientos: T₁: oxitetraciclina (testigo, 1mL/L), T₂: probióticos más enzimas (2.0 g/kg), T₃: ácido orgánico (1.0 mL/L) y T₄: ácido acético (vinagre de banana) (1.0 mL/L). Las variables de respuesta fueron el peso corporal (PCor), el consumo de alimento (CA), la ganancia de peso (GP), la conversión alimenticia (ConAli) y la mortalidad de las aves. Para los análisis de varianza se utilizó el proc GLM del SAS. Los resultados mostraron respuestas diferenciadas entre machos y hembras para PCor, CA, GP y ConAli. El Ácido Acético tuvo mejor respuesta respecto al Ácido Orgánico. En machos el antibiótico, el ácido acético y el probiótico son los mejores tratamientos para ganancia de peso respecto del ácido orgánico. El análisis de presupuestos parciales, de los tratamientos evaluados, para machos mostró que la mejor rentabilidad fue para la oxitetraciclina (T₁) en machos. El uso del probiótico + enzimas (T₄), tuvo un beneficio de USD 0.45, menos USD 0.03 que la oxitetraciclina. La rentabilidad de la oxitetraciclina fue de 45.18% a un costo de producción por lb de USD 0.59. A diferencia de los tratamientos con ácido acético (T₃) y probiótico + enzima (T₄) que mostraron un margen de rentabilidad inferior al 21%. En cambio en hembras, el mejor ingreso económico fue el tratamiento con probiótico + enzima (T₄), con 309 lb y un ingreso bruto de USD 265.74 y una utilidad neta de USD \$ 62.60, lo que dio una relación de B/C de USD \$ 1.31.

© 2020. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The present investigation was carried out in the Andil enclosure belonging to the Jipijapa canton in Ecuador, with the objective of evaluating food supplementation with growth promoters in Cobb broilers 500 males and females. The experiment was implemented in a conditioned shed, under an experimental design of Fully Randomized Blocks (DBCA) with three repetitions, with 18 birds per treatment, where sex was considered independently. 216 chickens / 1-day-old sex (432 chickens) were used, distributed in four treatments: T₁: oxytetracycline (control, 1mL / L), T₂: probiotics plus enzymes (2.0 g / kg), T₃: organic acid (1.0 mL / L) and T₄: acetic acid (banana vinegar) (1.0 mL / L). The response variables were body weight (BW), food consumption (FC), weight gain (WG), feed conversion (FConv) and bird mortality. For the analysis of variance, the GLM SAS proc was used. The results showed differentiated responses between males and females for BW, FC, WG and FConv. Acetic Acid had a better response to Organic Acid. In males, the antibiotic, acetic acid and probiotic are the best treatments for weight gain compared to organic acid. The analysis of partial budgets, of the treatments evaluated, for males showed that the best profitability was for oxytetracycline (T₁) in males. The use of the probiotic + enzymes (T₄), had a benefit of USD 0.45, less USD 0.03 than oxytetracycline. The profitability of oxytetracycline was 45.18% at a production cost per lb of USD 0.59. Unlike the treatments with acetic acid (T₃) and probiotic + enzyme (T₄) that showed a margin of profitability of less than 21%. In contrast in females, the best economic income was treatment with probiotic + enzyme (T₄), with 309 lb and a gross income of USD 265.74 and a net profit of USD \$ 62.60, which gave a USD / B ratio \$ 1.31.

© 2020. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Uno de los propósitos más importantes en los sistemas de producción avícola (SPA), es la alimentación con diferentes antibióticos, como los promotores de crecimiento (PC), cuyo objetivo es mejorar los parámetros productivos¹. Sin embargo, estos PC pueden inducir resistencia a algunas enfermedades en aves, y dar lugar a reacciones cruzadas con antibióticos utilizados en medicina humana, pudiendo ocasionar problemas al consumidor¹.

Los consumidores demandan alimentos seguros y orgánicos, considerando los factores medioambientales, esenciales en los SPA intensivos. Razón para que las industrias de alimentos, esté estudiando alternativas seguras, aceptables para el consumidor y amigables para el medio ambiente².

Está claro que los PC funcionan de diferentes maneras³⁻⁵, por una parte reducen el número de microorganismos patógenos^{6,7}, como *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., y *Clostridium* spp., así como disminución en el crecimiento bacteriano en general, reduciendo el estímulo del aparato inmunocompetente, que podría inducir un efecto negativo en el crecimiento y producción de animales, finalmente, reducir subproductos, toxinas microbianas, que incrementan necesidades de energía del animal⁸. Algunos componentes microbianos (NH₃ y ácido láctico), amplifican la división celular de enterocitos, consumiendo energía que altera la barrera intestinal e inhibe la máxima absorción³. Sin embargo, estudios realizados señalan que el ácido fumárico, un ácido orgánico (AO)⁶, pudo reemplazar a la Bacitracina, sin afectar la conversión alimenticia^{1,4,5}.

Las primeras autorizaciones de PC como aditivos incluyeron un total de 13 sustancias (Directiva 70/524/CEE), se incrementó hasta alcanzar la cifra máxima de 24 en diciembre de 1998⁹. Esta lista se

ha visto reducida progresivamente, en la actualidad están prohibidos en la Unión Europea (UE). Por esta razón, es necesario buscar alternativas para la sustitución de los PC (antibióticos), que se vienen estudiando hace algunos años, entre estos se destacan como principales opciones los probióticos, prebióticos, AO, enzimas y extractos vegetales^{1,9}. En este grupo se impuso el uso de AO (fórmico, láctico, acético, propionico, cítrico, málico y fumárico) y sus sales, frente a los AO, debido a su mayor poder acidificante, están en la lista de aditivos autorizados por la UE, en el grupo de conservantes, permitidos en todas las especies animales⁹.

Los AO son un grupo de sustancias generalmente lipófilos, se disuelven en cloroformo, éter o benceno, de sabor agrio, colorean de rojo el papel tornasol y reaccionan con ciertos metales desprendiendo hidrógeno, su producción industrial se la efectúa a través de procesos microbianos y químicos, los más utilizados como conservantes, fórmico (fuerte bactericida) propionico (potente antifúngico), acidificantes el cítrico y fumárico^{4,10}. Otros AO de uso creciente son el acético, láctico, sórbico, málico y sus combinaciones. Todos ellos combinan las propiedades conservantes y acidificantes. Los AO industriales como el fórmico, acético, propionico, butírico, láctico, málico y tartárico vienen en forma líquida, mientras que el fumárico y cítrico en forma sólida^{1,11}.

Se sabe que los AO tienen ciertas ventajas frente a otras sustancias acidificantes, tal como la no inactivación en presencia del cloro, mejoramiento del proceso digestivo, de tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento, aumentando la ingestión, a la vez previenen diarreas^{12,13}. Además, los AO pueden ser absorbidos por el animal, siendo fuente extra de nutrientes, pueden inhibir el creci-

miento de microorganismos patógenos, reduciendo el pH del tracto digestivo, presentan actividad bactericida y bacteriostática, siendo estables a variaciones de pH, luz y altas temperaturas, activos en presencia de materia orgánica. Durante más de 20 años, los porcicultores utilizaron AO e inorgánicos para mejorar el rendimiento de lechones al destete, como PC para prevenir diarrea¹².

El principio básico y fundamental del modo de acción de los AO sobre las bacterias en las aves, en su forma no disociada (no ionizados y más lipofílicos) pueden penetrar a través de la pared bacteriana alterándola en ciertos tipos de bacterias^{3,14}. La porción aniónica (carga negativa) del AO permanece atrapada en la bacteria difundiendo libremente en su forma no disociada. La acumulación de estos aniones, se hace tóxica para la bacteria siendo capaz de inhibir sus reacciones metabólicas, reduciendo la capacidad de síntesis y finalmente la destrucción de sus membranas internas¹⁵⁻¹⁸.

Basados en la amplia literatura existente, y habiendo determinado que aún existen algunos vacíos de conocimiento y aplicación, que permitan suplementar de manera más económica la cría de pollos de engorde, se vio por conveniente realizar la presente investigación, con el objetivo de evaluar la suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500.

Materiales y métodos

Ubicación. La investigación fue realizada de junio a agosto del 2017, en la Granja Experimental ANDIL-UNESUN, Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicada en la comuna Andil del Cantón Jipijapa al sur de la provincia de Manabí. Las coordenadas Norte 1° 15' 54" latitud Sur y 80° 41' 24" longitud occidental, temperatura media anual de 24-26 °C,

precipitación promedio anual 250-500 mm/año y humedad relativa 60-70%. Altura 0 a 300 msnm, pH del suelo 6 a 7, topografía irregular y textura limoso-arcilloso.

Diseño experimental. El galpón para las aves fue construido con caña guadua y hoja de palma de tagua "cade" como techo, la medida del galpón fue de 10 x 20 m, se instalaron comederos tipo tolva y bebederos para facilitar la dosificación y alimentación de las aves. Se utilizó 432 pollos parrilleros la raza mejorada Cobb 500 (machos y hembras), procedentes de la empresa Genética Nacional S.A.¹⁹, fueron vacunadas contra la Viruela, Newcatle, Bronquitis infecciosa y Gumboro.

Los tratamientos fueron alojados en un diseño experimental de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA) con tres repeticiones, con 18 aves por tratamiento, se consideró el sexo independientemente²⁰. Los tratamientos fueron: T₁ = 1.0 g/L de oxitetraciclina, T₂ = 1.0 mL/L de AO, T₃ = 1.0 mL/L de ácido acético y T₄ = 2.0 g/kg de probiótico+enzimas.

Variables de respuesta.

Peso corporal (PCor). Se determinó evaluando el peso por ave con una balanza digital modelo Kraumi²¹.

Ganancia de peso por sexo diario (GP) (g). Se determinó evaluando el peso promedio por ave²¹ y posterior hasta la sexta semana²².

Consumo de alimento diario (CA) (g). Se calculó dividiendo el consumo entre el número promedio de aves evaluadas en la semana²¹.

Conversión alimenticia (ConAli) (g): Se pesó semanalmente los pollos con una balanza digital modelo Camry Ex 5055²¹.

Mortalidad (M) (%). Se determinó la cantidad de aves muertas durante la investigación²³. Para verificar se realizaron necropsias parciales para compro-

bar el efecto de los PC en la calidad de la canal respecto de los órganos respiratorios y digestivos.

Análisis económico. Para determinar el beneficio/costo de los tratamientos se realizó un análisis de presupuestos parciales recomendado por el CIMMYT²⁴.

Manejo de la investigación

Manejo de Comederos. Los primeros 10 días de vida, fueron los comederos de recepción, fueron 3/100 pollos. Posteriormente se sustituyó por comederos de tipo tolva, estos se colocaron hasta los 15 días de vida y allí permanecieron hasta que los pollos se faenaron.

Manejo de alimento. El alimento fue proporcionado una hora después de llegar los pollitos bebé a la granja. Posteriormente se dio alimento las veces que fuera necesario hasta los 10 días de vida, después se suministró dos veces al día hasta que los pollitos fueron distribuidos en el galpón para los tratamientos.

Análisis estadístico. Para determinar las diferencias estadísticas de las variables estudiadas, se determinó la razón de cambio o pendientes mediante la realización de regresiones lineales de mejor ajuste, a través del coeficiente de determinación (R^2), para cada tratamiento en las cinco semanas.

Sobre la base del modelo lineal definido se hicieron análisis de varianza para las pendientes que permitió estimar los componentes de varianza para los efectos fijos y aleatorios, proceso que se realizó con el Proc GLM del SAS University²⁵. El análisis de comparación de medias se realizó mediante la prueba múltiple de tukey al $P < 0.05$ de probabilidad²⁰. Para determinar la asociación entre las variables estudiadas se usó el análisis de correlación de Pearson²⁰.

Resultados

Análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas. El análisis de normalidad de las variables de respuesta para machos y hembras no fueron significativos con la prueba de Shapiro-Wilk²⁵ al $P < 0.01$ de probabilidad, lo que indicó que los datos de las variable evaluadas tuvieron una distribución normal. Similar comportamiento se observó al realizar la prueba de Morrison²⁶ al $P < 0.01$ de probabilidad, tampoco se observó diferencias significativas de las medias, denotando la existencia de homogeneidad de varianzas, sugiere se puedan hacer las comparaciones de medias (tabla 1).

Tabla 1 Análisis de normalidad y de homogeneidad de varianzas en pollos de engorde de la línea Cobb 500

Estadísticos	PCor	GP	CA	ConAli
Media	44.7	53.88	11.38	1.72
Varianza	0.11	0.80	0.06	0.00
Desviación estándar	0.32	0.89	0.25	0.02
Asimetría	0.82	0.98	-1.84	-0.11
Curtosis	0.97	0.45	2.25	-0.53
C.V.	0.73	1.66	2.18	1.06
Shapiro-Wilk	0.24 ns	0.27 ns	0.00**	0.48

PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

Análisis de varianza para hembras. El análisis de las pendientes (o razones de cambio) para los tratamientos PCor, GP, CA, y ConAli estuvieron den-

tro de los rangos permitidos para este tipo de investigación (C.V. de 0.25 a 4.31%) (tabla 2).

La tabla 2, señala que hubo diferencias altamente significativas al $P < 0.01$ de probabilidad, para pen-

diente de PC, indicando que al menos uno de los tratamientos fue diferente.

Tabla 2 Análisis de varianza para pendientes pollos de engorde de la línea Cobb 500 hembras

FV	Gl	Cuadrado Medio			
		PCor	GP	CA	ConAli
Total	11				
Rep	2	0.00ns	0.00 ns	0.06 ns	0.00 ns
Promotor	3	0.00**	0.00 ns	0.00 ns	0.00 ns
Error	6	0.00	0.01	0.00	0.00
C.V. (%)		0.25	0.84	1.29	4.31

**: Altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad ns: No significativo. PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento. ConAli, Conversión alimenticia.

Tabla 3 Análisis de medias mediante la prueba de tukey para promotores de crecimiento pollos de engorde de la línea Cobb 500 hembras

Promotor	PCor	GP	CA	ConAli
T ₁ : Antibiótico	8.55 ab	14.60 a	2.05 a	0.14 a
T ₃ : Ácido acético	8.59 a	14.85 a	1.98 a	0.14 a
T ₄ : Probiótico	8.55 ab	14.76 a	1.98 a	0.13 b
T ₂ : Acido orgánico	8.53 b	14.60 a	2.05 a	0.14 a
SH	0.06	0.35	0.07	0.02

Medias con las mismas letras nos son significativamente diferentes al $P < 0.05$ de probabilidad, PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

El análisis de medias mediante la prueba múltiple de tukey al $P < 0.05$ de probabilidad (tabla 3), expuso diferencias significativas para PC, denotándose que el mejor tratamiento fue para el T₃ (ácido acético) respecto del T₂ (AO). En el caso de ConAli, los tratamientos T₁, T₂ y T₃ no expresaron diferencias significativas entre sí, pero fueron significativos respecto de T₄ al $P > 0.05$ de probabilidad.

Tabla 4 Análisis de correlación de Pearson en pollos de engorde de la línea Cobb 500 hembras

	PCor	CA	GP	ConAli
PCor	1.00	0.170 ns	-0.378 ns	0.510 ns
CA		1.00	-0.762 **	0.824 **
GP			1.00	-0.702 ns
ConAli				1.00

Números en negrilla indican alta correlación y significancia al $P > 0.01$ de probabilidad. PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

Análisis de correlación en hembras. El análisis de correlación de Pearson (tabla 4), manifestó una correlación negativa alta y significativa para las variables CA y GP ($r = -0.762$). Así mismo, se observó que hubo una correlación alta y significativa entre CA y ConAli ($r = 0.824$).

Análisis de varianza para machos El análisis de las pendientes durante las cinco semanas de evaluación, permitió determinar que los C.V. (%) para pendiente de PCor, GP, CA y ConAli estuvieron en los rangos permitidos para este tipo de investigación (CV de 0.47 a 5.28%) (tabla 5).

El análisis de varianza para la pendiente de CA y ConAli fueron altamente significativos al $P < 0.01$ de probabilidad (tabla 5), indicando esto que al menos uno de los tratamientos fue diferente.

El análisis de medias mediante la prueba múltiple de tukey al $P < 0.05$ de probabilidad (tabla 6) para machos, expuso diferencias significativas para ConAli, denotándose que el mejor tratamiento fue el T₁ (testigo) respecto de T₃ (ácido acético) y no así con el T₂ (AO) y T₃ (ácido acético). Así mismo, se observó diferencias significativas de los tratamientos T₁, T₄ y T₂ respecto de T₃ para PCor.

Análisis de correlación de Pearson en machos. El análisis de correlación de Pearson para machos (tabla 7), expuso que hubo una correlación positiva

y significativa entre las variables PC y GP ($r = 0.659$) y entre CA y GP ($r = 0.846$).

Tabla 5 Análisis de varianza pollos de engorde de la línea Cobb 500 machos

FV	Gl	Cuadrados medios			
		PCor	GP	CA	ConAli
Total	11				
Rep	2	0.00ns	0.32 ns	0.00 ns	0.00 ns
Promotor	3	0.00ns	0.13 ns	0.00**	0.00 **
Error	6	0.00	0.02	0.00	0.00
C.V. (%)		0.47	1.07	1.29	5.28

** : Altamente significativo al $P < 0.01$ de probabilidad ns: No significativo

PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

Tabla 6 Análisis de medias mediante la prueba de tukey para promotores de crecimiento pollos de engorde de la línea Cobb 500 machos

Promotor	PCor	GP	CA	ConAli
T ₁ : Antibiótico	8.57 a	15.28 a	1.96 a	0.14 a
T ₃ : Ácido acético	8.53 b	14.83 a	1.98 a	0.15 ab
T ₄ : Probiótico	8.55 a	14.95 a	1.98 a	0.15 ab
T ₂ : Acido orgánico	8.54 a	14.83 a	1.86 b	0.16 b
DSH	0.11	0.45	0.07	0.02

Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes al $P < 0.05$ de probabilidad.

PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

Tabla 7 Análisis de correlación de Pearson en pollos de engorde de la línea Cobb 500 machos

	PCor	CA	GP	ConAli
PCor	1.00	0.341 ns	0.659 *	0.092 ns
CA		1.00	0.846 **	-0.277 ns
GP			1.00	-0.236 ns
ConAli				1.00

Números en negrilla están mostrando alta correlación y significancia al $P > 0.01$ de probabilidad. PCor peso corporal, GP ganancia de peso, CA consumo de alimento, ConAli conversión alimenticia.

Necropsias parciales. Para las necropsias parciales se sacrificaron 72 aves macho y hembras en la cuarta, quinta y sexta semana, para así verificar la calidad de la canal y sus órganos.

En las hembras sacrificadas se observaron 1.8% de las aves con presencia de afecciones por diferentes causas, las aves afectadas correspondieron al T₂ (AO), presentando brumos (espuma) en los sacos aéreos, y al T₄ (probiótico) que presentaron poca presencia de secreción en los pulmones.

En los machos sacrificados se obtuvo un 0.46% de aves afectadas, que correspondió al tratamiento T₂

(AO), con afecciones parciales con poca presencia de espumas en sacos aéreos.

En las necropsias de pollos con ascitis (acumulación de líquidos amarillos) a la altura de la parte abdominal del pollo se encontró presencia de nódulos blancos en la segunda y tercera semana en tres aves.

Para el porcentaje de mortalidad se sondeó todos los tratamientos con sus repeticiones para medir la efectividad de los promotores en machos y hembras. La mortalidad fue de 1.62% con el deceso de siete aves. En hembras la mortalidad fue de 0.92%, machos 2.3%.

Respecto a las aves que murieron con ascitis fue una hembra perteneciente al tratamiento T₃ (ácido acético).

En los machos con ascitis se observó un ave muerta en el tratamiento T₁ (antibiótico oxitetraciclina) y otra en el tratamiento T₂ (AO).

Análisis del Costo/Beneficio. El análisis de presupuestos parciales, de los tratamientos evaluados,

mostró en general que la mejor rentabilidad fue para T₁ en machos, T₄, tuvo un beneficio de USD 0.45, menos USD 0.03 que T₁ y una rentabilidad del 45.18% a un costo de producción por lb de USD 0.59 (tabla 8). A diferencia de T₃ y T₄ que expusieron un margen de rentabilidad inferior al 21%.

Tabla 8 Valores de costo/beneficio de los tratamientos evaluados con promotores de crecimientos

Evaluación económica	Tratamientos								Promedios
	Machos				Hembras				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Rendimiento en libras(B)	352.48	334.18	343.09	331.21	299.38	298.07	300.68	309.00	321.01
Precio Unitario libras (C)	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Ingreso Bruto Total (USD.)	303.13	287.40	295.06	284.84	257.46	256.34	258.59	265.74	276.07
Utilidad Neta Total (USD.)	98.18	52.97	48.70	88.64	52.51	17.29	9.91	62.60	53.85
Relación: Beneficio / Costo (B/C)	1.48	1.23	1.20	1.45	1.26	1.07	1.04	1.31	1.25
Rentabilidad (%)	47.91	22.59	19.77	45.18	25.62	7.23	3.99	30.82	25.39
Costo de producción por unidad (USD/Lb)	0.58	0.70	0.72	0.59	0.68	0.80	0.83	0.66	0.70

T₁: Hembras/Antibiótico T₂: Hembras/Acido orgánico T₃: Hembras/Probiótico T₄: Hembras/Ácido acético T₁: Machos/Antibiótico T₂: Machos/ Acido orgánico T₃: Macho/Probiótico, T₄: Macho/Ácido acético

El T₁ tuvo un rendimiento en peso final de 352.48 lb en 52 aves, el ingreso bruto fue de USD 303.13 y la utilidad neta fue de USD 98.18 consiguiendo un B/C de USD 1.48, alcanzó una ganancia de USD 0.48 por cada dólar del ingreso bruto, el porcentaje en rentabilidad correspondiente fue 47.91% y el costo de producción por lb de cada UE fue de USD 0.58 (tabla 8).

En hembras el tratamiento el mejor ingreso económico fue T₄, con 309 lb y un ingreso bruto de USD 265.74 y una utilidad neta de USD 62.60, lo que dio una relación de B/C de USD 1.31 es decir USD 0.31, con una rentabilidad del 30.82% y un costo de producción/lb de USD 0.66, a diferencia de los otros tratamientos que tienen valores inferiores.

Se obtuvo en general un promedio de pesos finales de USD 321.01 de todos los tratamientos evaluados, el ingreso bruto fue de USD 276.07, la utilidad neta de USD 53.85, con una relación de B/C de

USD 0.25 por cada dólar de ganancia. La rentabilidad en porcentaje fue de 25.39%, con costo de producción por lb de cada ave de USD 0.70 (tabla 8).

Discusión

En nuestro medio decimos cuando un animal ingresa en celo que esta “enlunado” y, analizando algunos *Análisis del peso corporal (PCor) en machos y hembras*. En general los pollos machos tuvieron igual comportamiento con probióticos, ácido acético, AO y antibiótico (testigo), con excepción de la segunda semana, se observó que el antibiótico logró mayor PCor respecto del AO. Esto fue notorio cuando se hizo el análisis de regresión y se comparó a través de las pendientes, señala que todos tratamientos tuvieron igual comportamiento respecto del PCor. Estos resultados no concuerdan con los repor-

tados por otros investigadores como Gonzales et al.²⁷, quienes observaron que los AO pueden reemplazar eficientemente a los PCor (antibióticos) en la alimentación de aves de la raza Cobb-Vantress 500. Otras investigaciones emplearon AO¹⁰ en concentraciones entre 0.2 y 5%, recomendándose niveles del 1 al 2.5% cuando se utilizan en forma de ácido cítrico y fumárico. La recomendación del nivel de inclusión guarda una relación inversa con el peso molecular de los distintos ácidos¹⁰.

Los AO se usan solos, mezclados y combinados con otros aditivos como enzimas, prebióticos, prebióticos, extractos vegetales y aceites esenciales. Estos aditivos pueden potencializar su acción. Los AO mejoran la conversión en pollos, con la adición de ácido fumárico a la dieta. Aunque los efectos sobre la GP no fueron coherentes¹². El ácido fumárico puede ser valioso como un aditivo para alimentación de pollos de engorde, para reducir o eliminar la utilización de PCor (antibiótico). Aunque otras investigaciones¹⁴ reportaron que la adición de 2% de ácido fumárico en la dieta de pollos influyó negativamente en el PCor final. Sin embargo, otros investigadores reportaron mejoras en la CA de pollos de engorde con la utilización de 0.5% de ácido fumárico en la dieta en comparación con la utilización de Bacitracina y Virginiamicina (1.723 y 1.745 kg/kg alimento, respectivamente)^{12,28,29}.

Kahraman et al.³⁰, por otra parte comparó una mezcla de AO (ácido cítrico, fumárico, láctico y fórmico) + Bacitracina de Zn 0.1 g/kg, señalando un mejor comportamiento en GP y CA para el tratamiento que utilizó los AO y el antibiótico en la misma dieta, comparado con el uso por separado, asimismo obtuvieron una disminución en el crecimiento de enterobacterias a nivel de íleon. Este experimento, también concluyó que la CA no se afectaba cuando se utilizaban la mezcla de estos AO en comparación con la Bacitracina de Zn.

Respecto de las hembras, en nuestro experimento, se observaron diferentes respuestas a través de las seis semanas de evaluación, denotándose diferencias estadísticas entre los tratamientos, el mejor tratamiento fue para el probiótico respecto del AO. Pero no fue diferente al uso de ácido acético. Los resultados no fueron concluyentes, por lo que se necesitó hacer un análisis más minucioso de la pendiente o razón de cambio del peso de las aves, denotándose en este caso que el ácido acético tuvo mejor respuesta respecto al AO, pero fue igual que el antibiótico (testigo) y el probiótico.

Es notorio observar que en ambos casos (machos y hembras) el uso del probiótico tuvo un efecto similar al testigo y los otros tratamientos. Al respecto Chaves et al.³¹, señalan que los animales que recibieron diferentes probióticos en su dieta, los mejores resultados para la variable peso vivo en comparación a dietas sin antibiótico y con antibiótico, diferencia que puede ser atribuida a que estas bacterias del tipo *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus* y *L. casei*, mejoran la digestión, absorción y disponibilidad de nutrientes en el intestino.

Estos resultados exponen en referencia al peso de las aves, que en los machos y las hembras tuvieron diferente comportamiento. Esto fue observado en una investigación que evaluaron, índice de producción en pollos separados en machos, hembras y mixto, determinar, cuantificar las variables de consumo, GP, CA, mortalidad y rendimiento en carcaza y establecer las diferencias de los costos de alimentación sobre la base del alimento comercial³². Los resultados de este experimento revelaron que en el consumo acumulado de alimento, observaron diferencias entre los tres tratamientos, sin embargo, a partir de la cuarta semana, con el mayor ConAli acumulado, fue para el mixto con 5233 kg, seguido por el macho con 4965 kg, finalmente para la hembra con 4843 kg, respectivamente, lo que se refleja

en el PCor, del pollo al final del ensayo. Asimismo, la mejor CA fue para machos, con 1.98 kg, contra 2.02 de hembras y de 2.24 del mixto. Manifestando así que los machos sexados poseen mayor capacidad de CA. Esto fue novedoso también en nuestra investigación observamos un comportamiento similar. Esto denotó que aun cuando los machos y las hembras son de la misma raza, tienen aparentemente un diferente comportamiento genético. Al respecto Pens (2006)³³, indica que la biodisponibilidad del alimento es mayor en el macho por sus características genéticas, pues en la competencia por alimentarse el macho gana por sus características fenotípicas. Así también se conoce que el aspecto mencionado se puede explicar a la acción de múltiples factores (genéticos, ambientales, de manejo, nutricionales) y del tipo de cría (separados y sexados o sin sexar y juntos)^{11,32}.

Análisis de la ganancia de peso (GP) en machos y hembras. Para hembras por semanas expuso diferencias estadísticas para la segunda, tercera, cuarta y quinta semana. Siendo los mejores tratamientos el probiótico, antibiótico y ácido acético respecto del AO. Estos resultados concuerdan con diversos investigadores³², que señalan la respuesta inmune homogénea al alimento, interviene en el proceso de la respuesta peso, por su mayor actividad bacteriana en la pared celular, y su genética del pollo^{32,34,35}. Además, se menciona que un factor determinante que explica lo observado en el crecimiento de la hembra, tuvo un bajo consumo comparado con el macho, pero logro su GP ideal para su edad, se puede explicar que esto se debe a múltiples factores (genéticos, ambientales, de manejo, nutricionales) y del tipo de cría (separados y sexados o sin sexar y juntos)³².

En el caso de los machos, se observaron diferencias estadísticas en la tercera, cuarta y quinta semana.

Los tratamientos con el probiótico, antibiótico y ácido acético fueron los mejores para la tercera semana, pero en la cuarta y quinta semana el probiótico y antibiótico fue mejor que el AO. Estos resultados por semana no son concluyentes, y no permiten hacer inferencias sobre el efecto en la GP. Por lo que se realizó un análisis global a través de las pendientes o razones de cambio, denotándose que el antibiótico, el ácido acético y el probiótico son los mejores tratamientos para GP respecto del AO.

Estos resultados diferenciados de respuesta en hembras machos están indicando que probablemente la constitución genética de los sexos y otros factores ambientales ya mencionados por Jaramillo¹¹, tiene diferente respuesta a los tratamientos, observándose una mejor respuesta en este caso de los machos. Estos resultados concuerdan con lo señalado por García (2010)³⁶, quién reportó que los machos por tener mayor peso y volumen son los que más aprovechan el CA y por ende el incremento de tamaño y peso.

Análisis del consumo de alimento (CA) en machos y hembras. En hembras por semanas mostró diferencias estadísticas en la cuarta semana el mejor tratamiento fue el ácido acético a diferencia del AO dándose esta misma escena para la quinta semana. Sin embargo, el análisis global a través de las pendientes de GP mostró que todos los tratamientos fueron iguales estadísticamente en la última semana. Otros estudios realizados con antibióticos y AO obtuvieron similares resultados sobre el CA, tampoco reportaron diferencias notables²⁷. El CA, fue ligeramente menor en T₂ (AO) en comparación con T₁ (antibiótico).

En los machos, se observaron diferencias notables en la cuarta y quinta semana el antibiótico y probiótico fueron los mejores a diferencia del AO. En la sexta semana el mejor tratamiento fue para el anti-

biótico oxitetraciclina (Testigo) con un consumo total de parvada de 78.40 kg y un consumo promedio ave de 1305 g. Estos resultados por semana no son concluyentes, y no permiten hacer inferencias sobre el efecto en el CA. Por lo que se realizó un análisis global a través de las pendientes o razones de cambio, denotándose que el antibiótico, el ácido acético y el probiótico son los mejores tratamientos para GP respecto del AO. Estos resultados diferenciados de respuesta en hembras machos están indicando que probablemente la constitución genética de los sexos y otros factores ambientales ya mencionados¹, tiene diferente respuesta a los tratamientos, observándose una mejor respuesta en este caso de los machos.

Análisis del consumo de alimento (ConAli) en machos y hembras. En hembras, se notó diferencias estadísticas en todas las semanas con excepción de la sexta semana, todos los tratamientos resultaron iguales. El análisis de la razón de cambio en la variable conversión alimenticia, el antibiótico, ácido acético y AO, fueron mejores que el probiótico estadísticamente.

En machos se observó diferencias estadísticas en la quinta y sexta semana, siendo el tratamiento con antibiótico y probiótico los mejores respecto al ácido acético y al AO. El análisis global de los tratamientos para la variable conversión alimenticia, denotó que el antibiótico fue el mejor respecto de los otros tres tratamientos.

Al igual que en los otros casos se observó un comportamiento diferenciado entre machos y hembras, denotando que en las hembras tuvo mejor respuesta el antibiótico, ácido acético y AO. En cambio en machos sólo el antibiótico tuvo mejor respuesta respecto de la conversión alimenticia.

Análisis de correlación. Hubo diferencias de respuesta en la asociación de las variables de respuesta entre hembras y machos. Se observó que en el caso

de las hembras hubo una correlación negativa alta y significativa entre las variables CA y GP, esto indicó que a mayor CA la hembra gana menos peso. Así mismo se observó que hubo una correlación alta y significativa entre CA y conversión alimenticia, indicando esto que a mayor CA hay mayor conversión alimenticia. Investigaciones realizadas²⁷, tampoco hallaron diferencias entre el grupo control y el grupo tratado con vinagre para peso y consumo de alimento, aunque si en la conversión alimenticia". En cambio, en los machos hubo una correlación positiva y significativa entre las variables peso y GP y entre CA y GP²⁷. Esto indicó que el peso está directamente relacionado con la GP y que a mayor CA hay mayor GP^{27,32}.

Análisis parcial del costo/beneficio. Finalmente analizando el B/C, pudimos observar que debido al bajo costo y a su efectividad la oxitetraciclina fue el promotor que mejor respuesta tuvo en el análisis B/C con una utilidad superior al 48% y mejor ingreso bruto a diferencia de los otros tratamientos. Estos valores económicos concuerdan con lo reportados por Altafuya et al.³⁷, quienes indicaron que los mayores ingresos brutos lo obtuvieron en las combinaciones "Nutril+Oxitetraciclina". Sin embargo, en nuestro estudio se constató que el ácido acético tuvo similar resultado al antibiótico, pero a menor costo, esto indicaría que su uso puede favorecer a los avicultores, debido a que el ácido acético es fácil y barato de conseguirlo. Se debe resaltar que investigaciones realizadas^{32,36}, señalaron experimentalmente que la cría de aves en forma sexada es la más recomendada gracias a las características fenotípicas del animal. La biodisponibilidad del alimento estimula más al macho en el consumo y puede incrementar el peso más rápidamente que las hembras o los en forma mixta, también las variables de producción como el CA, peso, conversión alimenticia y mortalidad influyen en el producto final.

Conflictos de intereses

Los autores de esta investigación declaramos que no existe ningún conflicto de interés entre los participantes del trabajo y/o con las instituciones que lo realizamos como tampoco con las instituciones que la apoyaron.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por el apoyo técnico, científico y logístico realizado a la presente investigación.

Aspectos éticos

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), respetando las normas de bienestar animal, garantizándose la seguridad sanitaria de los alimentos y la inocuidad alimentaria.

Literatura citada

1. Jaramillo ÁH. Ácidos orgánicos (cítrico y fumárico) como alternativas a los promotores de crecimiento (Bacitracina de Zn) en dietas para pollos de engorde. *Rev Colombiana Cienc Anim* 2009; 2(2):14-21.
2. Rodríguez Mamani EJ. Evaluación comparativa del uso de ácidos orgánicos y probióticos sobre la eficiencia productiva de los pollos de engorde Línea Cobb 500-Tacna [tesis licenciatura]. [Tacna]: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2013 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1729>
3. Gauthier R. La Salud Intestinal: Clave de la Productividad - El Caso de los ácidos orgánicos [Internet]. Engormix Avicultura. 2005 [citado 3 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/salud-intestinal-clave-productividad-t26193.htm>
4. Biggs P, Parsons CM. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. *Poult Sci* 2008;7(12):2581-9. DOI: <http://doi.org/10.3382/ps.2008-00080>
5. Anderson DB, McCracken VJ, Aminov RI, Simpson JM, Mackie RI, Verstegen MWA et al. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. *Nutrition abstracts and reviews, B; livestock feeds and feeding* 2000;70(2):101-8.
6. Partanen KH, Mroz Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr Res Rev* 1999;12(1):117-45. DOI: <http://doi.org/10.1079/095442299108728884>
7. Cuervo Salcedo D, Vanegas Campos J, Corzo Barragán D, Correa Mahecha F. Evaluación de la capacidad bactericida de extractos vegetales de distinta polaridad de *Drimys granadensis*. *Rev Peru Biol* 2019;26(1):135-42. DOI: <http://doi.org/10.15381/rpb.v26i1.15917>
8. Shiva Ramayoni CM, Calvo Torras MA. Aspectos de la capacidad antibacteriana de extractos vegetales y ácidos orgánicos. *An R Acad Dr* 2003;7(1):121-9.
9. Vall JL. Prohibición del uso de antibióticos en la avicultura. Primer congreso nacional de especialistas en avicultura. Cartagena. Colombia. 2008. Corral Liria I, Cid Expósito G, Núñez Álvarez A. Vinculación del género en la profesión de enfermería. En: Suárez Villegas JC, Liberia Vayá IH,

- Zurbano-Berenguer B, editores. I Congreso Internacional de Comunicación y Género Libro de Actas: 5, 6 y 7 de marzo de 2012. Facultad de de Sevilla [Internet]. Sevilla: Universidad de Sevilla; Editorial MAD; 2012 [citado 3 de mayo de 2016]. p. 72-85. Recuperado a partir de: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/33158>
10. de Blas C, Mateos GG, García Rebollar PG. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos [Internet]. Madrid. Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal; 2002 [citado 22 de mayo de 2019]. 502 p. Recuperado a partir de: <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>
11. Jaramillo ÁH. Evaluación de la mezcla de un ácido orgánico y un prebiótico en los parámetros productivos y alométricos de pollos de engorde con alimentación controlada. Rev Colombiana Cienc Anim 2012;5(1):52-66.
12. Patten JD, Waldroup PW. Use of organic acids in broiler diets. Poult Sci 1988;67(8):1178-82. DOI: <http://doi.org/10.3382/ps.0671178>
13. Falkowski JF, Aherne FX. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. J Anim Sci 1984;58(4):935-8. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1984.584935x>
14. Vogt VH, Matthes S, Harnisch S. The effect of organic acids in the rations on the performance of broilers and laying hens. Arch. Geflügelkd 1981; 45:221-32.
15. Contreras M. Métodos de prevención y control de la Salmonelosis [Internet]. Industria Avícola; 2009 [citado 3 de mayo de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.industriaavicola.net/enfermedades-y-sanidad/metodos-de-prevencion-y-control-de-la-salmonelosis/>
16. Borie C, Zurita P, Sánchez ML, Rojas V, Santander J, Robeson J. Prevención de la infección por Salmonella entérica subespecie entérica serotipo Enteritidis (*Salmonella enteritidis*) en pollos mediante un bacteriófago. Arch Med Vet 2008; 40(2):197-201. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2008000200013>
17. Gast RK. Understanding *Salmonella enteritidis* in laying chickens: the contributions of experimental infection. Int J Food Microbiol 1994; 21(1-2):107-16. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90204-6](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90204-6)
18. Goode D, Allen VM, Barrow PA. Reduction of experimental Salmonella and Campylobacter contamination of chicken skin by application of lytic bacteriophage. Appl Environ Microbiol 2003;69(8):5032-6. DOI: <http://doi.org/10.1128/aem.69.8.5032-5036.2003>
19. EMIS-Company Data, Industry Analysis, Research, New and M&A [Internet]. Genética Nacional S.A. Genetsa (Ecuador); 2019 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: https://www.emis.com/php/company-profi-le/EC/Genetica_Nacional_SA_Genetsa_es_3565895.html
20. Gabriel J, Castro C, Valverde A, Indacochea B. Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 2017. 116 p. [citado 2 de enero de 2020]. Recuperado a partir de: <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/116>
21. Quintana JA. Definiciones y formulas en la elaboración e interpretación de los registros. En: Quintana JA, editores. Avitecnia : manejo de las

- aves domésticas más comunes. Mexico: Trillas; 1999. p. 14-6.
22. Alvarado Álvarez HJ, Guerra Casas LD, Vázquez Montes de Oca R, Ceró Rizo ÁE, Zambrano Moreira R, Filian Hurtado W. Comportamiento de los indicadores peso semanal, ganancia media semanal, ganancia media diaria y ganancia media acumulada semanal en dos líneas de hembras Broilers en condiciones ambientales del trópico. *Rev Prod Anim* 2018;30(3):42-7.
 23. Francia M, Icochea E, Reyna P, Figueroa E. Tasas de mortalidad, eliminados y descartes de dos líneas genéticas de pollos de carne. *Rev Investig Vet Perú* 2009;20(2):228-34.
 24. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica [Internet]. (México DF): México; 1988 [citado 25 de mayo de 2019]. 10-70 p. Recuperado a partir de: <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/1063>
 25. Oreilly. An Introduction to SAS University Edition [Internet]. SAS University; 2015 [citado 01 de agosto de 2019]. Recuperado a partir de: <https://www.oreilly.com/library/view/an-introduction-to/9781629600079/>
 26. Morrison DF. Multivariate Statistical Methods. Second edition. New York: Ed. McGraw Hill; 1976. 252 p.
 27. Gonzales AS, Indacochea DE, Reyna SP, Guzmán GJ, Cazorla MF, Lúcar J, et al. Effect of the supplementation of organic acids on productive parameters in broilers. *Rev Investig Vet Peru* 2013;24(1):32-7.
 28. Radecki SV, Juhl MR, Miller ER. Fumaric and citric acids as feed additives in starter pig diets: effect on performance and nutrient balance. *J Anim Sci* 1988;66(10):2598-605. DOI: <http://doi.org/10.2527/jas1988.66102598x>
 29. Giesting DW, Easter RA. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. *J Anim Sci* 1985; 60(5):1288-94. DOI: <http://doi.org/10.2527/jas1985.6051288x>
 30. Alp M, Kocabagli N, Kahraman R, Bostan K. Effects of dietary supplementation with organic acids and zinc bacitracin on ileal microflora, pH and performance in broilers. *Turk J Vet Anim Sci* 1999;23(5):451-6.
 31. Chávez LA, López A, Parra JE. El uso de *Enterococcus faecium* mejora parámetros productivos en pollos de engorde. *Rev Med Vet Zoot* 2016; 63(2):113-23. DOI: <http://doi.org/10.15446/rfmvz.v63n1.59358>
 32. Vega Palacios J, Aguirre Rojas R. Comparación de variables productivas entre macho y hembra en la producción de pollos parrilleros en el departamento de Santa Cruz. *Univ Cienc Soc* 2013; (9):39-47.
 33. Penz A. Potencial genético de las aves- veterinaria. Trad. de la 2 ed. en español por María Tessa Toral. México D.F. UTEHA, 2007. p. 34-123.
 34. Santin E, Paulillo AC, Nakagui LSO, Alessi AC, Maiorka A. Evaluation of yeast cell wall on the performance of broilers fed diets with or without mycotoxins. *Rev Bras Cienc Avic* 2006; 8(4):221-5. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2006000400004>
 35. Mendieta Ramírez C, Gómez Verduzco G, del Río García JC, Cortes Cuevas A, Ávila González E. Evaluación inmunológica y detoxificante de paredes celulares de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* en dietas con micotoxinas en pollo de engorda [Internet]. *Avicultura.mx*. Mexico; 2018 [citado 2 de enero de 2020]. Recuperado a partir

de:

<https://www.avicultura.mx/destacado/Evaluaci%C3%B3n-inmunol%C3%B3gica-y-detoxificante-de-paredes-celulares-de-levaduras-de-saccharomyces-cerevisiae-en-dietas-con-micotoxinas-en-pollo-de-engorda>

36. García P. II Evaluación al faenado en la industria de los piensos, Madrid, España; 2009. p. 54-90.
37. Altafuya Rojas CP, Galdea González JA. Evaluación de cuatro balanceados comerciales y tres promotores de crecimiento (antibióticos) en la explotación de pollos de engorde en el cantón Santa Elena, provincia del Guayas [tesis licenciatura]. [La Libertad]: Universidad Estatal Península de Santa Elena; 2006. p. 131. [citado 26 de abril de 2019]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/900>

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Animal Science (JSAAS) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados mapas y afiliaciones institucionales.